

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 05-241103

(43) Date of publication of application : 21.09.1993

(51) Int.Cl. G02B 27/28

- G02F 1/13

(21) Application number : 04-033821 (71) Applicant : NEC CORP

(22) Date of filing : 21.02.1992 (72) Inventor : IMAI MASAO

(54) PROJECTION TYPE LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57) Abstract:

PURPOSE: To obtain a bright projection screen which is high in the light utilization efficiency of a light source and also bright by converting unstable polarized light from the light source into linear polarized projection light and increasing the efficiency of incidence on a liquid crystal display element as to the projection type liquid crystal display device which has a laterally long display screen and further to obtain a projection screen of high picture quality having no deterioration of a polarizing element by improving the uniformity of brightness of the projection screen.

CONSTITUTION: The projection light 22 from the light source is passed through polarization beam splitters 18a and 18b, luminous flux reflecting elements 19a and 19b, and phase difference plates 20a and 20b to form laterally long sectioned projection light of (p)-polarized light 24 and (s)-polarized light 23. The polarizing directions of the (s)-polarized light 23 and (p)-polarized light 24 split by the polarization beam splitters 18a and 18b are equalized by using the phase difference plates 20a and 20b to convert the unstable polarized light from the light source 11 into the linear polarized light with efficiency.

LEGAL STATUS [Date of request for examination] 27.12.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 13.10.1998

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 10-018024

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 12.11.1998

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the projection mold liquid crystal display which consists of a liquid crystal display component, and the light source for projecting the display image of this liquid crystal display component on a screen side and a projector lens The polarization beam splitter in which the polarization separation side which divides the flux of light from said light source into the p-polarized light light which is two linearly polarized light light light and the polarization direction cross at right angles mutually, and s-polarized light light was formed At least two or more are arranged so that said polarization separation side may intersect perpendicularly mutually. The projection mold liquid crystal display characterized by having adjoined said polarization beam splitter, respectively, having arranged two or more flux of light reflective components which deflect said s-polarized light light, and inserting at least one or more phase contrast plates, respectively into one [at least] optical path of said p-polarized light light and said s-polarized light light.

[Claim 2] In the projection mold liquid crystal display which consists of a liquid crystal display component, and the light source for projecting the display image of this liquid crystal display component on a screen side and a projector lens The 1st polarization beam splitter in which the polarization separation side which divides the flux of light from said light source into the p-polarized light light which is two linearly polarized light light light and the polarization direction cross at right angles mutually, and s-polarized light light was formed At least two or more are arranged so that said polarization separation side may intersect perpendicularly mutually. Adjoin said 1st polarization beam splitter, respectively, and two or more 2nd polarization beam splitters reflected in the travelling direction and opposite direction of the flux of light which carries out incidence of said s-polarized light light to said 1st polarization beam splitter from said light source are arranged. Two or more flux of light reflective components which reflect said s-polarized light light reflected by said 2nd polarization beam splitter, respectively are arranged. The projection mold liquid crystal display characterized by inserting at least one or more phase contrast plates, respectively into the optical path between said 2nd polarization beam splitter and said flux of light reflective component.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the projection mold liquid crystal display which carries out amplification projection of the display image of a liquid crystal display component in a screen side.

[0002]

[Description of the Prior Art] As shown in drawing 5 , a projection mold liquid crystal display illuminates the liquid crystal display component 52 by the incident light 62 from the light source 51, and carries out amplification projection of the display image of the liquid crystal display component 52 on a screen 56 with a projector lens 55. When the Twisted Nematic (TN) liquid crystal is used for the liquid crystal display component 52, in order to be image formation, a polarizer 53 and an analyzer 54 are arranged, respectively in the optical path between the light source 51, the liquid crystal display component 52 and the liquid crystal display component 52, and a projector lens 55. Moreover, in order to obtain a projection image high-definition by high contrast, the liquid crystal display component 52 of the active-matrix mold with which the switching element was formed is used for each pixel of the liquid crystal display component 52. Such a projection mold liquid crystal display has the advantage that the big screen image of the magnitude of arbitration can be easily acquired with small equipment.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, although the efficiency for light utilization of the light source will become low in the conventional projection mold liquid crystal display since light does not penetrate a switching element and a wiring part when using the liquid crystal display component of a active-matrix mold Furthermore, since it is necessary to illuminate a liquid crystal display component with linearly polarized light light, the incident light from the light source which is indeterminate polarization light must be changed into linearly polarized light light using a polarizer, and since the conversion efficiency is as low as 40% or less, a projection image becomes dark as a result. Moreover, it is changed into heat, and a polarizer deteriorates by raising the temperature of a polarizer, consequently the light absorbed in a polarizer may reduce the image quality of a projection image remarkably.

[0004] Moreover, in the conventional projection mold liquid crystal display, when it is going to obtain a more nearly oblong screen, a problem arises in respect of efficiency for light utilization etc. Generally, when displaying an image by the big screen, the direction which widened the configuration of a screen like a film is said for there to be little fatigue of an observer and to be able to send the force of presence or a screen. The usefulness of such a screen configuration is being able to say also about the case of a general television screen display, especially, also when it is high resolution and the Hi-Vision with which high definition is obtained, the aspect ratio of a screen is 9:16 and the screen configuration is long horizontally compared with the aspect ratio 3:4 of the usual television screen.

[0005] So, also in a projection mold liquid crystal display, when considering as such an oblong screen configuration, using the liquid crystal display component which has the oblong display screen for the liquid crystal display component to be used, this will be illuminated by the incident light from the light source, and an oblong projection screen will be formed. However, when the conventional projection mold liquid crystal display tends to realize such an oblong screen, in order for the incident light from the light source to illuminate the oblong whole liquid crystal display component, the cross section of incident light will be [more than the circumscribed circle of a liquid crystal display component] circular at least, and will illuminate. Here, the quantity of light of light of parts other than a liquid crystal display component which is not used will increase, so that it is not used for a projection screen but the configuration of a liquid crystal display component becomes a long rectangle horizontally. Consequently, the efficiency for light utilization from the light source cannot but become low, and a projection screen cannot but become dark. Moreover, the trouble that the difference of brightness becomes large will also be produced at the center and right-and-left ends of a projection screen.

[0006] Furthermore, these troubles are explained in detail using drawing. Drawing 6 is drawing for explaining the trouble of the conventional example. In drawing 6 (a), the incident light 62 from the light source 51 illuminates the whole liquid crystal display component 52. Here, when the screen configuration of the liquid crystal display component 52 is horizontally long (for example, when the aspect ratio of a screen is 9:16 like Hi-Vision), incident light 62 will illuminate

the liquid crystal display component 52, as shown in drawing 6 (b). The field becomes large, so that from drawing, and the part shown with the slash of drawing in incident light 62 is not used for projection of a screen but the configuration of the liquid crystal display component 52 becomes long horizontally. Therefore, as for the efficiency for light utilization from the light source 51, the aspect ratio of a screen cannot but become low compared with 3:4 cases.

[0007] Moreover, since the intensity distribution of incident light 62 are generally distribution [a center is strong and] that a periphery is weak, the illuminance on the liquid crystal display component 52 becomes distribution with the large difference of an illuminance at a center and right-and-left ends, as shown in drawing 6 (c). Since this illuminance distribution is reflected in the luminance distribution of a projection screen, the trouble that it will be bright in a center and a periphery will become extremely dark produces a projection screen.

[0008] Moreover, since a polarizer 53 absorbs altogether most light of the polarization component which is not used for projection among the incident light 62 from the light source in drawing 6 (a), when the temperature of a polarizer 53 rises dramatically and a polarizer 53 deteriorates, the contrast and the color of a projection image may be worsened.

[0009] When using the liquid crystal display component which has a long screen configuration horizontally, while the object of this invention changes the indeterminate polarization light from the light source into the incident light of linearly polarized light light efficiently It is in offering the projection mold liquid crystal display with which the incidence effectiveness to a liquid crystal display component is raised, the efficiency for light utilization of the light source is high, a bright projection screen is obtained, and homogeneity of the brightness of a projection screen can also be improved, and degradation of a polarizer is not further produced, either, but a high-definition projection screen can be obtained.

[0010]

[Means for Solving the Problem] The projection mold liquid crystal display of this invention indicated to claim 1 In the projection mold liquid crystal display which consists of a liquid crystal display component, and the light source for projecting the display image of this liquid crystal display component on a screen side and a projector lens The polarization beam splitter in which the polarization separation side which divides the flux of light from said light source into the p-polarized light light which is two linearly polarized light light light and the polarization direction cross at right angles mutually, and s-polarized light light was formed At least two or more are arranged so that said polarization separation side may intersect perpendicularly mutually. Said polarization beam splitter is adjoined, respectively, two or more flux of light reflective components which deflect said s-polarized light light are arranged, and it is characterized by inserting at least one or more phase contrast plates, respectively into one [at least] optical path of said p-polarized light light and said s-polarized light light.

[0011] The projection mold liquid crystal display of this invention indicated to claim 2 In the projection mold liquid crystal display which consists of a liquid crystal display component, and the light source for projecting the display image of this liquid crystal display component on a screen side and a projector lens The 1st polarization beam splitter in which the polarization separation side which divides the flux of light from said light source into the p-polarized light light which is two linearly polarized light light light and the polarization direction cross at right angles mutually, and s-polarized light light was formed At least two or more are arranged so that said polarization separation side may intersect perpendicularly mutually. Adjoin said 1st polarization beam splitter, respectively, and two or more 2nd polarization beam splitters reflected in the travelling direction and opposite direction of the flux of light which carries out incidence of said s-polarized light light to said 1st polarization beam splitter from said light source are arranged. Two or more flux of light reflective components which reflect said s-polarized light light reflected by said 2nd polarization beam splitter, respectively are arranged, at least one or more phase contrast plates are inserted, respectively into the optical path between said 2nd polarization beam splitter and said flux of light reflective component, and it is characterized by things.

[0012]

[Function] The flux of light which has an oblong cross-section configuration by two or more flux of lights by the polarization beam splitter and the flux of light reflective component can be formed, according to the above-mentioned configuration of this invention, while the field which is not used for projection of a screen becomes small, intensity distribution can also become what has a few difference with a periphery, the efficiency for light utilization of the light source when projecting an oblong screen can be raised, and uniform screen intensity can be obtained. Moreover, by making equal the polarization direction of s-polarized light and p-polarized light separated by the polarization beam splitter by using a phase contrast plate The indeterminate polarization light from the light source is efficiently convertible for linearly polarized light. A high-definition projection screen can be obtained without having already changed into the polarizer the flux of light which carries out incidence at linearly polarized light the efficiency for light utilization of the light source not only improving further, but, and the absorption of light in a polarizer decreasing remarkably, there being few temperature rises of a polarizer and a polarizer deteriorating.

[0013]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained with reference to a drawing.

[0014] Drawing 1 is the top view of the projection mold liquid crystal display in which the example of this invention indicated to claim 1 is shown. The aspect ratio of the display screen this projection mold liquid crystal display 9:16 liquid crystal display components 12, A polarizer 13, an analyzer 14, and the light source 11 for illuminating the liquid crystal display component 12, The projector lens 15 for carrying out amplification projection of the display image of the liquid crystal display component 12 at a screen 16, The polarization beam splitters 18a and 18b in which the polarization separation sides 17a and 17b which divide the incident light 22 from the light source 11 into the p-polarized light 24 which is two linearly polarized light and the polarization direction cross at right angles mutually, and the s-polarized light 23 were formed, It is arranged, respectively in the flux of light reflective components 19a and 19b for deflecting the s-polarized light 23, and the optical path of the s-polarized light 23, and consists of phase contrast plates 20a and 20b turning around the 90 degrees of the polarization directions of linearly polarized light.

[0015] Next, the principle of the projection mold liquid crystal display according to this invention indicated to claim 1 of a configuration of having been shown in drawing 1 is explained using drawing 2. Drawing 2 is drawing for explaining the principle of the projection mold liquid crystal display of this invention indicated to claim 1, contrasting with the conventional example of said drawing 6.

[0016] Drawing 2 (a) is the part plan of the projection mold liquid crystal display of drawing 1, and shows the part between the light source 11 and the liquid crystal display component 12. The flux of light emitted from the light source 11 is divided into the p-polarized light and s-polarized light which are two linearly polarized light and the polarization direction cross at right angles mutually in the polarization separation sides 17a and 17b of polarization beam splitters 18a and 18b. P-polarized light penetrates the polarization separation sides 17a and 17b, respectively, and illuminates the liquid crystal display component 12. After it reflects again, respectively with the flux of light reflective components 19a and 19b which reflect in respect of [17a and 17b] polarization separation, respectively, and are arranged adjacently and s-polarized light penetrates the phase contrast plates 20a and 20b, respectively, it illuminates the liquid crystal display component 12. Here, the phase contrast plates 20a and 20b have the operation turning around the 90 degrees of the polarization directions of linearly polarized light, i.e., it is 1/2 wavelength plate, and the polarization direction of the s-polarized light which penetrated the phase contrast plates 20a and 20b becomes equal to the polarization direction of p-polarized light. Therefore, almost altogether, the flux of light emitted from the light source 11 is changed into linearly polarized light with the equal polarization direction, and

becomes incident light 22. Since the conversion efficiency to the linearly polarized light of incident light doubles [about], efficiency for light utilization not only improves, but the absorption of light in a polarizer 13 falls to abbreviation 1/6 and the temperature of a polarizer 13 does not rise so much as compared with the case of drawing 6 (a), degradation of the polarizer 13 which is the cause of reducing the image quality of a projection image does not arise.

[0017] Drawing 2 (b) is the sectional view of the incident light 22 in the liquid crystal display component 12. The cross-section configuration is turning the long configuration sideways, as the p-polarized light which penetrated the polarization beam splitters 18a and 18b in drawing 2 (a), and the s-polarized light reflected in polarization beam splitters 18a and 18b and a list with the flux of light reflective components 19a and 19b are compounded and incident light 22 is shown in drawing 2 (b). In drawing, although the field shown with the slash is not used for projection of the display screen, as compared with the case of drawing 6 (a), the area is small and its efficiency for light utilization of incident light is improving.

[0018] Drawing 2 (c) is a graph which shows the illuminance distribution of the incident light 22 on the liquid crystal display component 12. Although the intensity distribution of the flux of light emitted from the light source 11 generally have a strong center and are weak, [of a periphery] Since the light of an s-polarized light component is illuminating the location near the periphery of the liquid crystal display component 12 among the light of the center section where reinforcement is strong by reflecting in polarization beam splitters 18a and 18b and a list with the flux of light reflective components 19a and 19b, As compared with the case of drawing 6 (c), homogeneity of illuminance distribution of the incident light 22 on the liquid crystal display component 12 is improving.

[0019] From the above explanation, like [it is ***** and] with polarization beam splitters 18a and 18b, the flux of light reflective components 19a and 19b, and the phase contrast plates 20a and 20b The incident light which has an oblong cross-section configuration by the flux of light of the p-polarized light 24 and the s-polarized light 23 can be formed. While the field which is not used for projection of a screen becomes small, intensity distribution can also become what has a few difference with a periphery, and the efficiency for light utilization of the light source 11 when projecting an oblong screen can be raised, and uniform screen intensity can be obtained. Moreover, by making equal the polarization direction of the s-polarized light 23 and the p-polarized light 24 separated by polarization beam splitters 18a and 18b using the phase contrast plates 20a and 20b The indeterminate polarization light from the light source 11 is efficiently convertible for linearly polarized light. The efficiency for light utilization of the light source 11 not only improves further, but the flux of light which carries out incidence to a polarizer 13 is already changed into linearly polarized light. The absorption of light in a polarizer 13 decreases remarkably, there are few temperature rises of a polarizer 13, and since a polarizer 13 does not deteriorate, a high-definition projection screen can be obtained.

[0020] The configuration shown in drawing 1 shows an example of the mode in the case of having arranged the phase contrast plates 20a and 20b which act as 1/2 wavelength plate in the optical path of s-polarized light, and explains it still more concretely about this hereafter.

[0021] The light source 11 used in the configuration of drawing 1 , polarization beam splitters 18a and 18b, the flux of light reflective components 19a and 19b, the phase contrast plates 20a and 20b, the liquid crystal display component 12, a polarizer 13, an analyzer 14, and a projector lens 15 are specifically as follows respectively.

[0022] The metal halide lamp of 250W was used for the light source 11. The outgoing radiation light is formed into the parallel flux of light by the parabolic mirror, and turns into the incident light 22 for illuminating the liquid crystal display component 12. Although incident light 22 is not specified in drawing, it has removed the component of light other than the light by the cold mirror, the ultraviolet-rays cut-off filter, etc.

[0023] Polarization beam splitters 18a and 18b are the structures which carried out the coat of the semipermeable membrane which consists of a dielectric multilayer which acts on one slant face of two rectangular prisms as polarization separation sides 17a and 17b, respectively, and joined slant-face entirety, and the thing of the engine performance fully separable into p-polarized light and s-polarized light was especially used for them to the indeterminate polarization light of the wavelength of a light field. The extinction ratio, i.e., the luminous-intensity ratio of p component of the transmitted light and s component, was 100:1 or more. The antireflection film which consists of a dielectric multilayer was given to plane of incidence and a list in the outgoing radiation side.

[0024] the flux of light reflective components 19a and 19b vapor-deposit aluminum to a glass substrate, and become a front face from a dielectric multilayer -- an increase -- an echo -- a coat -- the given aluminum front surface mirror was used.

[0025] The phase contrast plates 20a and 20b extended the polyvinyl alcohol film, and the thing of a configuration of having inserted with the glass substrate what gave desired birefringence was used for them so that it might act as $1/2$ wavelength plate. The antireflection film which consists of a dielectric multilayer was given to the close outgoing radiation side of the light of the phase contrast plates 20a and 20b.

[0026] Although the liquid crystal display component 12 is what enclosed liquid crystal with two glass substrates which gave the transparent electrode film which forms a pixel and not being clearly shown in drawing, the electrical potential difference impressed to a video-signal processing circuit and a list for every pixel with the video signal from a liquid crystal actuation circuit is controlled. Liquid crystal uses the Twisted Nematic (TN) liquid crystal, the change of state of the liquid crystal by the applied voltage of each pixel changes the polarization condition of incident light 22, and incident light 22 receives the intensity modulation according to an image by using a polarizer 13 and an analyzer 14 further. The active matrix which forms the thin film transistor which is a switching element for every pixel, and drives liquid crystal is used for the actuation method of liquid crystal. Moreover, the aspect ratio of the display screen of the liquid crystal display component 12 is 9:16.

[0027] By carrying out orientation of the iodine to a polyvinyl alcohol film, and making it stick to it, the polarizer 13 and the analyzer 14 manufactured the polarization film, and it was used for them, having made the polarizing plate of the structure where the triacetate film was made to adhere to both sides for protection adhere to a glass substrate further. The antireflection film which consists of a dielectric multilayer was given to the field where the polarizing plate of a glass substrate is not sticking.

[0028] A projector lens 15 carries out amplification projection of the display image of the liquid crystal display component 12 at a screen 16, and that to which the focal adjustment device and the zoom device for changing the magnitude of a screen, without changing projector distance were attached so that the focus of a projection image could be adjusted was used for it.

[0029] As compared with the conventional projection mold liquid crystal display, the brightness of 1.5 times and a periphery increased [the brightness of the center of a projection screen] 2.5 times, and the homogeneity of brightness improved the projection mold liquid crystal display according to this invention indicated to claim 1 which consists of the above component part in brightness and a list. Furthermore, in the conventional example, although the polarizer deteriorated gradually, the contrast of a projection image, especially the center section of the screen and brightness fell and the difference also produced the foreground color in the center section and the periphery when the metal halide lamp of 250W was used for the light source, image quality lowering of a projection image was not observed in the example of this invention.

[0030] As mentioned above, in the example of this invention indicated to claim 1, although the phase contrast plates

20a and 20b which act as $1/2$ wavelength plate have been arranged in the optical path of the s-polarized light light 23, even if it arranges in the optical path of the p-polarized light light 24, it is the same. In this case, what is necessary is just to arrange so that 90 degrees of absorption shafts of a polarizer 13 and an analyzer 14 may be rotated.

[0031] Moreover, the configuration which arranges the phase contrast plates 20a and 20b in the optical path of both the s-polarized light light 23 and the p-polarized light light 24 is also possible. For example, when using $1/2$ wavelength plate as phase contrast plates 20a and 20b, the incident light 22 which the 45 degrees of the polarization directions rotated is obtained by setting the optical axis as 22.5 degrees. Moreover, two quarter-wave length plates are used, respectively, and the same effectiveness is acquired by being able to shift 45 degrees of those opticals axis, and arranging them. In this case, what is necessary is just to also double the direction of orientation of liquid crystal with that include angle, while arranging so that 45 degrees of absorption shafts of a polarizer 13 and an analyzer 14 may be rotated.

[0032] What vapor-deposited other metals and dielectric multilayers not only to an aluminum reflecting mirror but to the glass substrate is sufficient as the flux of light reflective components 19a and 19b. Furthermore, if the total internal reflection in the slant face of a rectangular prism is used, a reflection factor can be made high more.

[0033] It is not necessary to form the flux of light reflective components 19a and 19b by one sheet, respectively, and they may arrange two or more sheets on the same flat surface, and further, a level difference and an include angle may be prepared and they may arrange the flux of light reflective component of two or more sheets. In this case, if it arranges so that the center section of the flux of light from the light source 11 may illuminate the periphery of the liquid crystal display component 12, the homogeneity of the brightness of a projection screen will improve more.

[0034] Drawing 3 is the top view of the projection mold liquid crystal display in which the example of this invention indicated to claim 2 is shown. The aspect ratio of the display screen this projection mold liquid crystal display 9:16 liquid crystal display components 32, A polarizer 33, an analyzer 34, and the light source 31 for illuminating the liquid crystal display component 32, The projector lens 35 for carrying out amplification projection of the display image of the liquid crystal display component 32 at a screen 36, The 1st polarization beam splitter 38a and 38b in which the polarization separation sides 37a and 37b which divide the incident light 42 from the light source 31 into the p-polarized light light 44 which is two linearly polarized light light and the polarization direction cross at right angles mutually, and the s-polarized light light 43 were formed, The flux of light reflective components 39a and 39b for reflecting the 2nd polarization beam splitters 41a and 41b and s-polarized light light 23 for reflecting the s-polarized light light 43, It is arranged, respectively in the optical path of the 2nd polarization beam splitter 41a and 41b and the flux of light reflective components 39a and 39b, and consists of phase contrast plates 40a and 40b which change linearly polarized light light into circular polarization of light light, and change circular polarization of light light into linearly polarized light light.

[0035] Next, the principle of the projection mold liquid crystal display according to this invention indicated to claim 2 of a configuration of having been shown in drawing 3 is explained using drawing 4 . Drawing 4 is drawing for explaining the principle of the projection mold liquid crystal display of this invention indicated to claim 2, contrasting with the conventional example of said drawing 6 .

[0036] Drawing 4 (a) is the part plan of the projection mold liquid crystal display of drawing 3 , and shows the part between the light source 31 and the liquid crystal display component 32. The flux of light emitted from the light source 31 is divided into the p-polarized light light and s-polarized light light which are two linearly polarized light light light and the polarization direction cross at right angles mutually in the polarization separation sides 37a and 37b of the 1st polarization beam splitter 38a and 38b. P-polarized light light penetrates the polarization separation sides 37a and 37b, respectively, and illuminates the liquid crystal display component 32. The 2nd polarization beam splitter 41a which

reflects s-polarized light light in respect of [37a and 37b] polarization separation, respectively, and is arranged adjacently, After reflecting again by 41b, respectively and penetrating the phase contrast plates 40a and 40b, it reflects once again with the flux of light reflective components 39a and 39b, the phase contrast plates 40a and 40b are penetrated, finally the 2nd polarization beam splitter 41a and 41b is penetrated, respectively, and the liquid crystal display component 32 is illuminated. Have the operation the phase contrast plates 40a and 40b change linearly polarized light light into circular polarization of light light, and change circular polarization of light light into linearly polarized light light here. That is, the s-polarized light light which is a quarter-wave length plate and penetrated the phase contrast plates 40a and 40b turns into circular polarization of light light from linearly polarized light light, and it is reflected with the flux of light reflective components 39a and 39b, and further, if this circular polarization of light light penetrates the phase contrast plates 40a and 40b again, it will return to linearly polarized light light. However, the thing for which a quarter-wave length plate is penetrated twice Since it is equivalent to penetrating 1/2 wavelength plate once, the s-polarized light light which reflected the 2nd polarization beam splitter 41a and 41b Since the 90 degrees of the polarization direction rotate by penetrating the phase contrast plates 40a and 40b, being reflected with the flux of light reflective components 39a and 39b, and penetrating the phase contrast plates 40a and 40b again The polarization direction of s-polarized light light becomes equal to the polarization direction of p-polarized light light, and can penetrate the 2nd polarization beam splitter 41a and 41b. After all, almost altogether, the flux of light emitted from the light source 31 is changed into linearly polarized light light with the equal polarization direction, and becomes incident light 42. Since the conversion efficiency to the linearly polarized light light of incident light doubles [about], efficiency for light utilization not only improves, but the absorption of light in a polarizer 33 becomes abbreviation 1/6 and the temperature of a polarizer 33 does not rise so much as compared with the case of drawing 6 (a), degradation of the polarizer 33 which is the cause of reducing the image quality of a projection image does not arise.

[0037] Drawing 4 (b) is the sectional view of the incident light 42 in the liquid crystal display component 32. The p-polarized light light in which incident light 42 penetrated the 1st polarization beam splitter 38a and 38b in drawing 4 (a), The s-polarized light light reflected in the 1st polarization beam splitter 38a and 38b and a list by the 2nd polarization beam splitter 41a and 41b by the phase contrast plates 40a and 40b and the flux of light reflective components 39a and 39b The light which the 90 degrees of the polarization direction rotated is compounded, and the cross-section configuration is turning the long configuration sideways, as shown in drawing 4 (b). In drawing, although the field shown with the slash is not used for projection of the display screen, as compared with the case of drawing 6 (a), the area is small and its efficiency for light utilization of incident light is improving.

[0038] Drawing 4 (c) is a graph which shows the illuminance distribution of the incident light 42 on the liquid crystal display component 32. Although the intensity distribution of the flux of light emitted from the light source 31 generally have a strong center and are weak, when the light of an s-polarized light component reflects in the 1st polarization beam splitter 38a and 38b, the 2nd polarization beam splitter 41a and 41b, and a list with the flux of light reflective components 39a and 39b among the flux of lights emitted from the light source 31, after intensity distribution are reversed, they illuminate the liquid crystal display component 32. [of a periphery] That is, in the flux of light emitted from the light source 31, since the light of the s-polarized light component of the light of a center section with strong reinforcement is illuminating the periphery of the liquid crystal display component 32, as compared with the case of drawing 6 (c), homogeneity of illuminance distribution of the incident light 42 on the liquid crystal display component 32 is improving remarkably.

[0039] From the above explanation, like [it is ***** and] with polarization beam splitters 38a and 38b, the 2nd polarization beam splitter 41a and 41b, and the 1st flux of light reflective components 39a and 39b and phase contrast

plates 40a and 40b In order to compound incident light after reversing the intensity distribution of the flux of light of an s-polarized light component while the field which can form the incident light which has an oblong cross-section configuration, and is not used for projection of a screen by the flux of light of the p-polarized light light 44 and the s-polarized light light 43 becomes small, The intensity distribution of incident light can also become homogeneity, and the efficiency for light utilization of the light source 31 when projecting an oblong screen can be raised, and uniform screen intensity can be obtained.

[0040] Moreover, the 2nd polarization beam splitters 41a and 41b and phase contrast plates 40a and 40b, By making equal the polarization direction of the s-polarized light light 23 and the p-polarized light light 24 separated by polarization beam splitters 38a and 38b using the flux of light reflective components 39a and 39b The indeterminate polarization light from the light source 31 is efficiently convertible for linearly polarized light light. The efficiency for light utilization of the light source 31 not only improves further, but the flux of light which carries out incidence to a polarizer 33 is already changed into linearly polarized light light. The absorption of light in a polarizer 33 decreases remarkably, there are few temperature rises of a polarizer 33, and since a polarizer 33 does not deteriorate, a high-definition projection screen can be obtained.

[0041] The configuration shown in drawing 3 shows an example of the mode in the case of having arranged the phase contrast plates 40a and 40b which act as a quarter-wave length plate in the optical path between the 2nd polarization beam splitter 41a and 41b and the flux of light reflective components 39a and 39b, and explains it still more concretely about this hereafter.

[0042] The light source 31 used in the configuration of drawing 3 , the flux of light reflective components 39a and 39b, the liquid crystal display component 32, a polarizer 33, an analyzer 34, and a projector lens 35 are the same as the light source 11 in explanation of the example of invention indicated to above-mentioned claim 1, the flux of light reflective components 19a and 19b, the liquid crystal display component 12, a polarizer 13, an analyzer 14, and a projector lens 15 respectively.

[0043] The 1st polarization beam splitter 38a and 38b is the structure which carried out the coat of the semipermeable membrane which consists of a dielectric multilayer which acts on one slant face of two rectangular prisms as polarization separation sides 37a and 37b, and joined slant-face entirety, and the thing of the engine performance fully separable into p-polarized light light and s-polarized light light was especially used for it to the indeterminate polarization light of the wavelength of a light field. The extinction ratio, i.e., the luminous-intensity ratio of p component of the transmitted light and s component, was 100:1 or more. The 2nd polarization beam splitter 41a and 41b was the same as the 1st polarization beam splitter 38a and 38b, it has been arranged, respectively so that a polarization separation side may intersect perpendicularly mutually, and it performed optical adhesion. The antireflection film which consists of a dielectric multilayer was given to the plane of incidence of light, and a list in the outgoing radiation side.

[0044] The phase contrast plates 40a and 40b extended the polyvinyl alcohol film, and the thing of a configuration of having inserted with the glass substrate what gave desired birefringence was used for them so that it might act as a quarter-wave length plate. The antireflection film which consists of a dielectric multilayer was given to the close outgoing radiation side of the light of the phase contrast plates 40a and 40b.

[0045] As compared with the conventional projection mold liquid crystal display, the brightness of 1.5 times and a periphery increased [the brightness of the center of a projection screen] 3.0 times, and the homogeneity of brightness improved the projection mold liquid crystal display according to this invention indicated to claim 2 which consists of the above component part in brightness and a list. Furthermore, in the conventional example, although the polarizer deteriorated gradually, the contrast of a projection image, especially the center section of the screen and brightness fell

and the difference also produced the foreground color in the center section and the periphery when the metal halide lamp of 250W was used for the light source, image quality lowering of a projection image was not observed in the example of this invention.

[0046] As mentioned above, in the example of this invention indicated to claim 1, and the example of this invention indicated in the list at claim 2, the configuration divided in the cross section parallel to the space which did not necessarily need to form by the polarization beam splitter per piece, and indicated drawing is sufficient as each polarization beam splitter. Furthermore, in addition to the same effectiveness being acquired, that with which the cross section parallel to the space which indicated drawing of a polarization beam splitter compared two or more small polarization beam splitters can also attain lightweight-ization, if a polarization separation side is on the same flat surface.

[0047] In case 1/2 wavelength plate and a quarter-wave length plate are used as a phase contrast plate, not only a polyvinyl alcohol film but a polycarbonate and high polymer films, such as polystyrene, can be used for the construction material. Furthermore, it is more effective if 1/2 wavelength plate and quarter-wave length plate with which two or more sheets and an optical axis were rotated, 1/2 wavelength plate and the quarter-wave length plate have been arranged, and the wavelength dependency of a birefringence was compensated optically are used.

[0048] Sources of the high brightness white light other than a metal halide lamp, such as a xenon lamp and a halogen lamp, can be used for the light source.

[0049] The liquid crystal of the type which a super twist pneumatic liquid crystal, a ferroelectric liquid crystal, birefringence control mold liquid crystal, etc. control a polarization condition, and forms an image besides TN liquid crystal can be used for liquid crystal.

[0050] The passive matrix of not only an active matrix but time-sharing actuation is sufficient as the actuation method of liquid crystal.

[0051] A liquid crystal display component is applicable to both the case of a monochrome display, and the case in the color display which built in the light filter, and the case of indicating red, green, and the blue by time sharing, and performing color display further.

[0052] Moreover, a dichroic mirror and a dichroic prism separate the incident light from the light source into three colors of red, green, and blue, a liquid crystal display component is arranged to each optical path, and even when compounding them and performing color display, the same projection mold liquid crystal display is obtained.

[0053]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, the flux of light which has an oblong cross-section configuration by two or more flux of lights by the polarization beam splitter and the flux of light reflective component can be formed. While the field which is not used for projection of a screen became small, intensity distribution also became what has a few difference with a periphery, the efficiency for light utilization of the light source when projecting an oblong screen was raised, it is a bright projection screen and the projection mold liquid crystal display which can obtain uniform screen intensity was able to be obtained.

[0054] Moreover, by making equal the polarization direction of s-polarized light and p-polarized light separated by the polarization beam splitter by using a phase contrast plate The indeterminate polarization light from the light source is efficiently convertible for linearly polarized light. The efficiency for light utilization of the light source improves further, the flux of light which carries out incidence to a polarizer is already changed into linearly polarized light a projection screen not only becomes bright, but, and the absorption of light in a polarizer decreases remarkably, and since there are few temperature rises of a polarizer The projection mold liquid crystal display which displays a high-definition projection screen was able to be obtained without a polarizer deteriorating.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the top view of the projection mold liquid crystal display in which the example of this invention indicated to claim 1 is shown.

[Drawing 2] It is drawing for explaining the principle of the projection mold liquid crystal display of this invention indicated to claim 1.

[Drawing 3] It is the top view of the projection mold liquid crystal display in which the example of this invention indicated to claim 2 is shown.

[Drawing 4] It is drawing for explaining the principle of the projection mold liquid crystal display of this invention indicated to claim 2.

[Drawing 5] It is the top view of the projection mold liquid crystal display in which the conventional example is shown.

[Drawing 6] It is drawing for explaining the trouble of the conventional example.

[Description of Notations]

11 31 Light source

12 32 Liquid crystal display component

13 33 Polarizer

14 34 Analyzer

15 35 Projector lens

16 36 Screen

17a, 17b, 37a, 37b Polarization separation side

18a, 18b Polarization beam splitter

38a, 38b The 1st polarization beam splitter

19a, 19b, 39a, 39b Flux of light reflective component

20a, 20b, 40a, 40b Phase contrast plate

41a, 42b The 2nd polarization beam splitter

22 42 Incident light

23 43 S-polarized light light

24 44 P-polarized light light

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-241103

(43)公開日 平成 5 年(1993) 9 月21日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 27/28		Z 9120-2K		
G 0 2 F 1/13	5 0 5	8806-2K		

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全 10 頁)

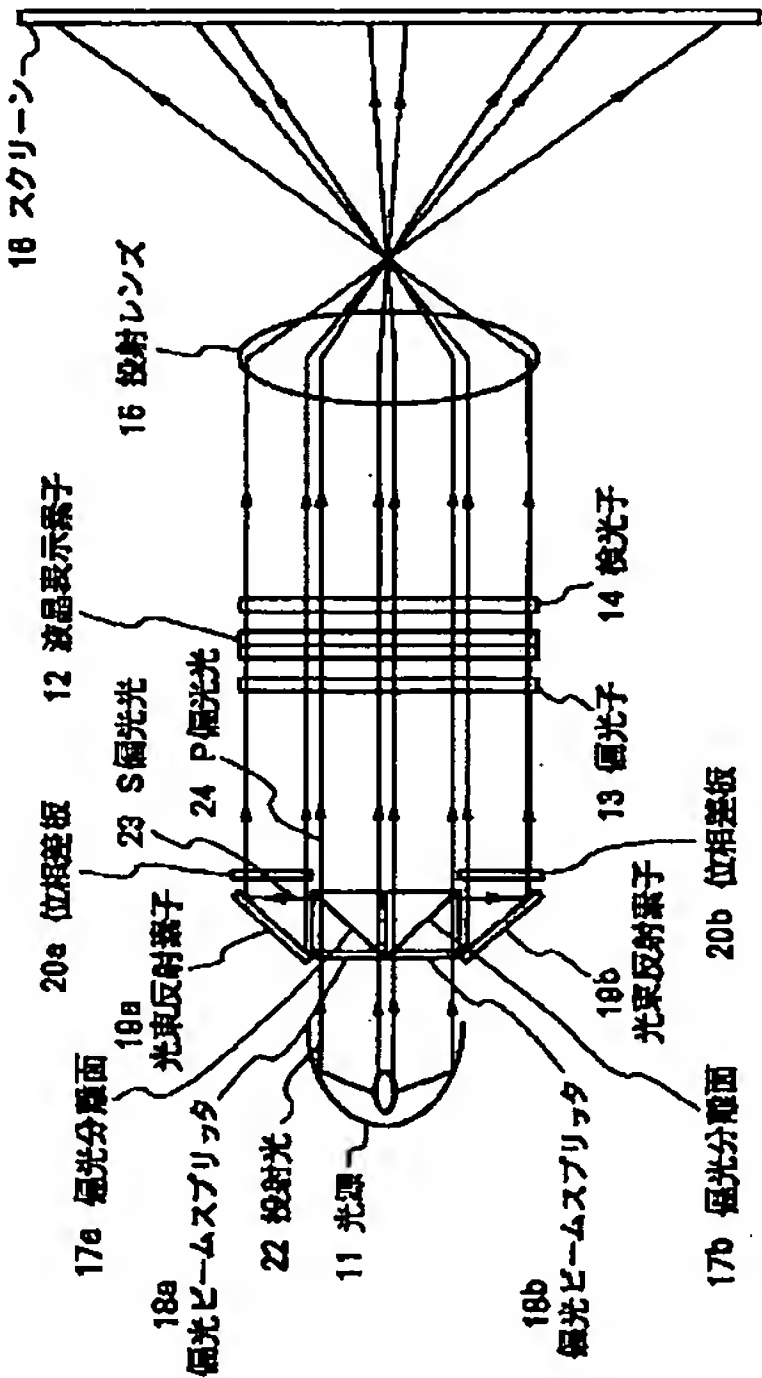
(21)出願番号	特願平4-33821	(71)出願人	000004237 日本電気株式会社 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号
(22)出願日	平成 4 年(1992) 2 月21 日	(72)発明者	今井 雅雄 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号日本電気株式 会社内
		(74)代理人	弁理士 京本 直樹 (外 2 名)

(54)【発明の名称】 投射型液晶表示装置

(57)【要約】

【目的】 横長の表示画面の投射型液晶表示装置において、光源からの不定偏光光を効率良く直線偏光光の投射光に変換するとともに、液晶表示素子への入射効率を高め、光源の光利用効率の高い、明るい投射画面を得ると同時に、投射画面の輝度の均一性を向上させる。さらに偏光子の劣化のない高画質の投射画面を得る。

【構成】 光源 1 1 からの投射光 2 2 を偏光ビームスプリッタ 1 8 a、1 8 b と光束反射素子 1 9 a、1 9 b と、位相差板 2 0 a、2 0 b とにより、p 偏光光 2 4 と s 偏光光 2 3 の光束で横長の断面形状の投射光を形成する。また、位相差板 2 0 a、2 0 b を用い、偏光ビームスプリッタ 1 8 a、1 8 b で分離された s 偏光光 2 3 と p 偏光光 2 4 の偏光方向を等しくし、光源 1 1 からの不定偏光光を効率良く直線偏光光に変換する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 液晶表示素子と、この液晶表示素子の表示画像をスクリーン面に投影するための光源、および投射レンズとから構成される投射型液晶表示装置において、

前記光源からの光束を互いに偏光方向が直交する 2 つの直線偏光光である p 偏光光と s 偏光光とに分離する偏光分離面が形成された偏光ビームスプリッタを、前記偏光分離面が互いに直交するように少なくとも 2 つ以上配置し、

前記 s 偏光光を偏向する複数の光束反射素子をそれぞれ前記偏光ビームスプリッタと隣接して配置し、

前記 p 偏光光と前記 s 偏光光の少なくとも一方の光路中にそれぞれ少なくとも 1 枚以上の位相差板を挿入したことを特徴とする投射型液晶表示装置。

【請求項 2】 液晶表示素子と、この液晶表示素子の表示画像をスクリーン面に投影するための光源、および投射レンズとから構成される投射型液晶表示装置において、

前記光源からの光束を互いに偏光方向が直交する 2 つの直線偏光光である p 偏光光と s 偏光光とに分離する偏光分離面が形成された第 1 の偏光ビームスプリッタを、前記偏光分離面が互いに直交するように少なくとも 2 つ以上配置し、

前記 s 偏光光を前記光源から前記第 1 の偏光ビームスプリッタに入射する光束の進行方向と反対方向に反射する複数の第 2 の偏光ビームスプリッタをそれぞれ前記第 1 の偏光ビームスプリッタと隣接して配置し、

前記第 2 の偏光ビームスプリッタで反射された前記 s 偏光光をそれぞれ反射する複数の光束反射素子を配置し、前記第 2 の偏光ビームスプリッタと前記光束反射素子の間の光路中にそれぞれ少なくとも一枚以上の位相差板を挿入したことを特徴とする投射型液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、液晶表示素子の表示画像をスクリーン面に拡大投影する投射型液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 投射型液晶表示装置は、図 5 に示すように、光源 51 からの投射光 62 で液晶表示素子 52 を照明し、投射レンズ 55 により液晶表示素子 52 の表示画像をスクリーン 56 上に拡大投影するものである。液晶表示素子 52 にツイステッド・ネマティック (TN) 液晶が用いられる場合、画像形成のためには偏光子 53、検光子 54 が光源 51 と液晶表示素子 52、および液晶表示素子 52 と投射レンズ 55 の間の光路中にそれぞれ配置される。また、高コントラストで高画質の投射画像を得るには、液晶表示素子 52 の各画素にスイッチング素子が形成されたアクティブマトリクス型の液晶表示素

子 52 が用いられる。このような投射型液晶表示装置は、小型の装置で任意の大きさの大画面映像を容易に得ることができるという利点がある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、従来の投射型液晶表示装置において、アクティブマトリクス型の液晶表示素子を用いる場合、スイッチング素子、および配線部分は光が透過しないため、光源の光利用効率は低いものになるが、さらに、液晶表示素子は直線偏光光で照明する必要があるため、不定偏光光である光源からの投射光を、偏光子を用いて直線偏光光に変換しなければならず、その変換効率は 40% 以下と低いので、結果として投射画像は暗くなる。また、偏光子において吸収される光は熱に変換され、偏光子の温度を上昇させることにより偏光子が変質し、その結果、投射画像の画質を著しく低下させる場合がある。

【0004】 その上、従来の投射型液晶表示装置において、より横長の画面を得ようとする場合に、光利用効率などの面で問題が生じる。一般に、映像を大画面で表示する場合、画面の形状は映画のように横長にした方が観察者の疲労は少なく、かつ臨場感や画面の迫力を出すことができると言われている。このような画面形状の有用性は、一般のテレビ画面表示の場合についても言えることであり、特に、高解像度、高画質が得られるハイビジョンの場合も、画面の縦横比は 9:16 であり、通常のテレビ画面の縦横比 3:4 に比べて画面形状は横に長くなっている。

【0005】 そこで、投射型液晶表示装置においても、このような横長の画面形状とするときには、使用する液晶表示素子に横長の表示画面を有する液晶表示素子を用い、これを光源からの投射光によって照明して横長の投射画面を形成することとなる。しかし、このような横長の画面を従来の投射型液晶表示装置で実現しようとする場合、光源からの投射光がその横長の液晶表示素子全体を照明するには、投射光の断面が少なくとも液晶表示素子の外接円以上の円形で照明することになる。ここで、液晶表示素子以外の部分の光は投射画面には利用されず、液晶表示素子の形状が横に長い長方形になる程、利用されない光量が増えることになる。その結果、光源からの光利用効率が低くなり、投射画面は暗くならざるを得ない。また、投射画面の中央と左右両端とでは輝度の差が大きくなるという問題点も生じてくることになる。

【0006】 さらに、これらの問題点を図を用いて詳しく説明する。図 6 は従来例の問題点を説明するための図である。図 6 (a) において、光源 51 からの投射光 62 は、液晶表示素子 52 の全体を照明する。ここで、液晶表示素子 52 の画面形状が横に長い場合、例えばハイビジョンと同様に画面の縦横比が 9:16 の場合、投射光 62 は、液晶表示素子 52 を図 6 (b) に示すように照明することになる。図から明らかなように、投射光 6

2において図の斜線で示した部分は画面の投射には利用されず、液晶表示素子52の形状が横に長くなる程その領域は広くなる。従って、光源51からの光利用効率は、画面の縦横比が3:4場合に比べて低くならざるを得ない。

【0007】また、投射光62の強度分布は、一般に中央が強く、周辺部が弱いという分布なので、液晶表示素子52上の照度は、図6(c)に示すように、中央と左右両端とでは、照度の差が大きい分布になる。この照度分布が投射画面の輝度分布に反映するため、投射画面は、中央が明るく、周辺部が極端に暗くなってしまうという問題点が生じる。

【0008】その上、図6(a)において、偏光子53は光源からの投射光62のうち投射に利用されない偏光成分の光をほとんど全て吸収するため、偏光子53の温度が非常に上昇し、偏光子53が変質することにより、投射画像のコントラストや色を悪化させる場合もある。

【0009】本発明の目的は、横に長い画面形状を有する液晶表示素子を使用する場合、光源からの不定偏光光を効率良く直線偏光光の投射光に変換するとともに、液晶表示素子への入射効率を高め、光源の光利用効率が高く、明るい投射画面が得られ、かつ投射画面の輝度の均一性も良くすることができ、さらに偏光子の劣化も生じず高画質の投射画面が得られることのできる投射型液晶表示装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載した本発明の投射型液晶表示装置は、液晶表示素子と、この液晶表示素子の表示画像をスクリーン面に投影するための光源、および投射レンズとから構成される投射型液晶表示装置において、前記光源からの光束を互いに偏光方向が直交する2つの直線偏光光であるp偏光光とs偏光光とに分離する偏光分離面が形成された偏光ビームスプリッタを、前記偏光分離面が互いに直交するように少なくとも2つ以上配置し、前記s偏光光を偏向する複数の光束反射素子をそれぞれ前記偏光ビームスプリッタと隣接して配置し、前記p偏光光と前記s偏光光の少なくとも一方の光路中にそれぞれ少なくとも1枚以上の位相差板を挿入したことを特徴としている。

【0011】請求項2に記載した本発明の投射型液晶表示装置は、液晶表示素子と、この液晶表示素子の表示画像をスクリーン面に投影するための光源、および投射レンズとから構成される投射型液晶表示装置において、前記光源からの光束を互いに偏光方向が直交する2つの直線偏光光であるp偏光光とs偏光光とに分離する偏光分離面が形成された第1の偏光ビームスプリッタを、前記偏光分離面が互いに直交するように少なくとも2つ以上配置し、前記s偏光光を前記光源から前記第1の偏光ビームスプリッタに入射する光束の進行方向と反対方向に反射する複数の第2の偏光ビームスプリッタをそれぞれ

前記第1の偏光ビームスプリッタと隣接して配置し、前記第2の偏光ビームスプリッタで反射された前記s偏光光をそれぞれ反射する複数の光束反射素子を配置し、前記第2の偏光ビームスプリッタと前記光束反射素子の間の光路中にそれぞれ少なくとも一枚以上の位相差板を挿入しことを特徴としている。

【0012】

【作用】本発明の上記構成によれば、偏光ビームスプリッタと光束反射素子により複数の光束で横長の断面形状を有する光束を形成することができ、画面の投射に利用されない領域が小さくなると同時に、強度分布も周辺部との差の少ないものとなり、横長の画面を投射するときの光源の光利用効率を高め、かつ均一な画面輝度を得ることができる。また、位相差板を用いることにより偏光ビームスプリッタで分離されたs偏光光とp偏光光の偏光方向を等しくすることにより、光源からの不定偏光光を効率良く直線偏光光に変換することができ、光源の光利用効率がさらに向上するばかりでなく、偏光子に入射する光束がすでに直線偏光光に変換されており、偏光子における光の吸収が著しく低減し、偏光子の温度上昇が少なく偏光子が劣化することもなく、高画質の投射画面を得ることができる。

【0013】

【実施例】以下、本発明の実施例について図面を参照して説明する。

【0014】図1は、請求項1に記載した本発明の実施例を示す投射型液晶表示装置の平面図である。この投射型液晶表示装置は、表示画面の縦横比が9:16の液晶表示素子12と、偏光子13と、検光子14と、液晶表示素子12を照明するための光源11と、液晶表示素子12の表示画像をスクリーン16に拡大投影するための投射レンズ15と、光源11からの投射光22を偏光方向が互いに直交する2つの直線偏光光であるp偏光光24とs偏光光23とに分離する偏光分離面17a、17bが形成された偏光ビームスプリッタ18a、18bと、s偏光光23を偏向するための光束反射素子19a、19bと、s偏光光23の光路中にそれぞれ配置され、直線偏光光の偏光方向を90°回転する位相差板20a、20bとから構成される。

【0015】次に図1に示した構成の、請求項1に記載した本発明に従う投射型液晶表示装置の原理を図2を用いて説明する。図2は、前記図6の従来例と対比しながら、請求項1に記載した本発明の投射型液晶表示装置の原理を説明するための図である。

【0016】図2(a)は、図1の投射型液晶表示装置の部分平面図であり、光源11と液晶表示素子12の間の部分を示している。光源11から放射された光束は偏光ビームスプリッタ18a、18bの偏光分離面17a、17bにおいて偏光方向が互いに直交する2つの直線偏光光であるp偏光光とs偏光光とに分離される。p

偏光光は、偏光分離面 17 a、17 b をそれぞれ透過し、液晶表示素子 12 を照明する。s 偏光光は、偏光分離面 17 a、17 b でそれぞれ反射し、隣接して配置されている光束反射素子 19 a、19 b で再びそれぞれ反射し、位相差板 20 a、20 b をそれぞれ透過した後、液晶表示素子 12 を照明する。ここで、位相差板 20 a、20 b は直線偏光光の偏光方向を 90° 回転する作用を持つ、すなわち $1/2$ 波長板であり、位相差板 20 a、20 b を透過した s 偏光光の偏光方向は p 偏光光の偏光方向と等しくなる。従って、光源 11 から放射された光束はほとんど全て偏光方向が等しい直線偏光光に変換され、投射光 22 になる。図 6 (a) の場合と比較すると、投射光の直線偏光光への変換効率は、約 2 倍になり光利用効率が向上するばかりでなく、偏光子 13 における光の吸収が約 $1/6$ に低下し、偏光子 13 の温度がそれほど上昇しないため、投射画像の画質を低下させる原因である偏光子 13 の劣化が生じない。

【0017】図 2 (b) は、液晶表示素子 12 における投射光 22 の断面図である。投射光 22 は、図 2 (a) における偏光ビームスプリッタ 18 a、18 b を透過した p 偏光光と、偏光ビームスプリッタ 18 a、18 b、並びに光束反射素子 19 a、19 b で反射した s 偏光光とが合成されたものであり、その断面形状は、図 2 (b) に示すように横に長い形状をしている。図において、斜線で示した領域は表示画面の投射に利用されないが、図 6 (a) の場合と比較してその面積は小さく、投射光の光利用効率が向上している。

【0018】図 2 (c) は、液晶表示素子 12 上の投射光 22 の照度分布を示すグラフである。光源 11 から放射される光束の強度分布は、一般に中央が強く、周辺部が弱いが、強度の強い中央部の光のうち s 偏光成分の光が、偏光ビームスプリッタ 18 a、18 b、並びに光束反射素子 19 a、19 b で反射することにより、液晶表示素子 12 の周辺部に近い場所を照明しているため、液晶表示素子 12 上の投射光 22 の照度分布は、図 6

(c) の場合と比較して均一性が向上している。

【0019】以上の説明から明かなように、偏光ビームスプリッタ 18 a、18 b と光束反射素子 19 a、19 b と、位相差板 20 a、20 b とにより、p 偏光光 24 と s 偏光光 23 の光束で横長の断面形状を有する投射光を形成することができ、画面の投射に利用されない領域が小さくなると同時に、強度分布も周辺部との差の少ないものとなり、横長の画面を投射するときの光源 11 の光利用効率を高め、かつ均一な画面輝度を得ることができる。また、位相差板 20 a、20 b を用い、偏光ビームスプリッタ 18 a、18 b で分離された s 偏光光 23 と p 偏光光 24 の偏光方向を等しくすることにより、光源 11 からの不定偏光光を効率良く直線偏光光に変換することができ、光源 11 の光利用効率がさらに向上するばかりでなく、偏光子 13 に入射する光束がすでに直線

偏光光に変換されており、偏光子 13 における光の吸収が著しく低減し、偏光子 13 の温度上昇が少なく、偏光子 13 が劣化することもないので、高画質の投射画面を得ることができる。

【0020】図 1 に示した構成は、 $1/2$ 波長板として作用する位相差板 20 a、20 b を s 偏光光の光路中に配置した場合の態様の一例を示したものであり、以下、これについて更に具体的に説明する。

【0021】図 1 の構成において使用した光源 11、偏光ビームスプリッタ 18 a、18 b、光束反射素子 19 a、19 b、位相差板 20 a、20 b、液晶表示素子 12、偏光子 13、検光子 14、投射レンズ 15 は、それぞれ具体的には次のようなものである。

【0022】光源 11 は、250W のメタルハライドランプを用いた。その出射光は、放物面鏡により平行光束化され、液晶表示素子 12 を照明するための投射光 22 となる。投射光 22 は、図には明示していないが、コールドミラー、紫外線カットフィルタ等で可視光以外の光の成分を除去している。

【0023】偏光ビームスプリッタ 18 a、18 b は、それぞれ、2 個の直角プリズムの一方の斜面に偏光分離面 17 a、17 b として作用する誘電体多層膜からなる半透膜をコートして斜面どおしを接合した構造であり、特に、可視光領域の波長の不定偏光光に対して、十分に p 偏光光と s 偏光光とに分離できる性能のものを用いた。その消光比、すなわち透過光の p 成分と s 成分の光の強度比は、100:1 以上であった。入射面、並びに出射面には誘電体多層膜からなる反射防止膜を施した。

【0024】光束反射素子 19 a、19 b は、ガラス基板にアルミニウムを蒸着し、表面に誘電体多層膜からなる増反射コートを施したアルミ表面鏡を用いた。

【0025】位相差板 20 a、20 b は、ポリビニルアルコールフィルムを延伸し、 $1/2$ 波長板として作用するように、所望の複屈折性を持たせたものを、ガラス基板で挟んだ構成のものを使用した。位相差板 20 a、20 b の光の入出射面には、誘電体多層膜からなる反射防止膜を施した。

【0026】液晶表示素子 12 は、画素を形成する透明電極膜を施した二枚のガラス基板に液晶を封入したもので、図には明示していないが、映像信号処理回路、並びに液晶駆動回路からの映像信号により、各画素ごとに印加する電圧が制御される。液晶はツイステッド・ネマティック (TN) 液晶を用いており、各画素の印加電圧による液晶の状態変化は、投射光 22 の偏光状態を変化させ、さらに偏光子 13、検光子 14 を用いることで投射光 22 は、画像に応じた強度変調を受ける。液晶の駆動方式には、各画素ごとにスイッチング素子である薄膜トランジスタを形成し液晶を駆動するアクティブマトリクス方式を用いている。また、液晶表示素子 12 の表示画面の縦横比は、9:16 である。

【0027】偏光子13、検光子14は、ポリビニルアルコールフィルムに沃素を配向させて吸着させることにより偏光膜を製作し、両面に保護のためにトリアセテートフィルムを粘着させた構造の偏光板を、さらにガラス基板に粘着させて使用した。ガラス基板の、偏光板が粘着されていない面には、誘電体多層膜からなる反射防止膜を施した。

【0028】投射レンズ15は、液晶表示素子12の表示画像をスクリーン16に拡大投射するもので、投射画像のピントを調整できるようにフォーカス調整機構と、画面の大きさを投射距離を変えずに変化させるためのズーム機構が付いたものを使用した。

【0029】以上の構成部品からなる、請求項1に記載した本発明に従う投射型液晶表示装置を、従来の投射型液晶表示装置と比較すると、投射画面の中央の輝度が1.5倍、周辺部の輝度が2.5倍になり、輝度、並びに輝度の均一性が向上した。さらに、従来例において、光源に250Wのメタルハライドランプを使用した場合、偏光子が徐々に変質し、投射画像の、特に画面の中央部のコントラスト、明るさが低下し、表示色も中央部と周辺部とで差が生じたが、本発明の実施例においては、投射画像の画質低下は観察されなかった。

【0030】以上、請求項1に記載した本発明の実施例において、1/2波長板として作用する位相差板20a、20bを、s偏光光23の光路中に配置したが、p偏光光24の光路中に配置しても同様である。この場合、偏光子13、検光子14の吸収軸を90°回転するように配置すれば良い。

【0031】また、位相差板20a、20bをs偏光光23と、p偏光光24の両方の光路中に配置する構成も可能である。例えば、位相差板20a、20bとして1/2波長板を使用するときには、その光学軸を22.5°に設定することにより、偏光方向が45°回転した投射光22が得られる。また、1/4波長板をそれぞれ2枚使用して、それらの光学軸を45°ずらせて配置することにより同様の効果が得られる。この場合、偏光子13、検光子14の吸収軸を45°回転するように配置するとともに、液晶の配向方向もその角度に合わせれば良い。

【0032】光束反射素子19a、19bは、アルミ反射鏡に限らず、ガラス基板に他の金属や誘電体多層膜を蒸着したものでも良い。さらに、直角プリズムの斜面における内部全反射を利用すると、より反射率を高くすることができる。

【0033】光束反射素子19a、19bは、それぞれ一枚で形成する必要はなく、複数枚を同一平面上に配置しても良いし、さらに、複数枚の光束反射素子を段差や角度を設けて配置しても良い。この場合、光源11からの光束の中央部が液晶表示素子12の周辺部を照明するように配置すると、より投射画面の輝度の均一性が向上

する。

【0034】図3は、請求項2に記載した本発明の実施例を示す投射型液晶表示装置の平面図である。この投射型液晶表示装置は、表示画面の縦横比が9:16の液晶表示素子32と、偏光子33と、検光子34と、液晶表示素子32を照明するための光源31と、液晶表示素子32の表示画像をスクリーン36に拡大投影するための投射レンズ35と、光源31からの投射光42を偏光方向が互いに直交する2つの直線偏光光であるp偏光光44とs偏光光43とに分離する偏光分離面37a、37bが形成された第1の偏光ビームスプリッタ38a、38bと、s偏光光43を反射するための第2の偏光ビームスプリッタ41a、41bとs偏光光23を反射するための光束反射素子39a、39bと、第2の偏光ビームスプリッタ41a、41bと光束反射素子39a、39bの光路中にそれぞれ配置され、直線偏光光を円偏光光に、円偏光光を直線偏光光に変換する位相差板40a、40bとから構成される。

【0035】次に図3に示した構成の、請求項2に記載した本発明に従う投射型液晶表示装置の原理を図4を用いて説明する。図4は、前記図6の従来例と対比しながら、請求項2に記載した本発明の投射型液晶表示装置の原理を説明するための図である。

【0036】図4(a)は、図3の投射型液晶表示装置の部分平面図であり、光源31と液晶表示素子32の間の部分を示している。光源31から放射された光束は、第1の偏光ビームスプリッタ38a、38bの偏光分離面37a、37bにおいて偏光方向が互いに直交する2つの直線偏光光であるp偏光光とs偏光光とに分離される。p偏光光は、偏光分離面37a、37bをそれぞれ透過し、液晶表示素子32を照明する。s偏光光は、偏光分離面37a、37bでそれぞれ反射し、隣接して配置されている第2の偏光ビームスプリッタ41a、41bで再びそれぞれ反射し、位相差板40a、40bを透過した後、光束反射素子39a、39bでもう一度反射し、位相差板40a、40bを透過し、最後に第2の偏光ビームスプリッタ41a、41bをそれぞれ透過し、液晶表示素子32を照明する。ここで、位相差板40a、40bが直線偏光光を円偏光光に、円偏光光を直線偏光光に変換する作用を持つ、すなわち1/4波長板であり、位相差板40a、40bを透過したs偏光光は、直線偏光光から円偏光光になり、さらに、この円偏光光が、光束反射素子39a、39bで反射され、再び位相差板40a、40bを透過すると直線偏光光に戻る。ただし、1/4波長板を2回透過することは、1/2波長板を一回透過することと等価であるため、第2の偏光ビームスプリッタ41a、41bを反射したs偏光光は、位相差板40a、40bを透過し、光束反射素子39a、39bで反射され、再び位相差板40a、40bを透過することにより、その偏光方向が90°回転するの

で、s 偏光光の偏光方向は、p 偏光光の偏光方向と等しくなり第2の偏光ビームスプリッタ41a、41bを透過することができる。結局、光源31から放射された光束はほとんど全て偏光方向が等しい直線偏光光に変換され、投射光42になる。図6(a)の場合と比較すると、投射光の直線偏光光への変換効率は、約2倍になり光利用効率が向上するばかりでなく、偏光子33における光の吸収が約1/6になり、偏光子33の温度がそれほど上昇しないため、投射画像の画質を低下させる原因である偏光子33の劣化が生じない。

【0037】図4(b)は、液晶表示素子32における投射光42の断面図である。投射光42は、図4(a)における第1の偏光ビームスプリッタ38a、38bを透過したp偏光光と、第1の偏光ビームスプリッタ38a、38b、並びに第2の偏光ビームスプリッタ41a、41bで反射したs偏光光が位相差板40a、40bと光束反射素子39a、39bにより、その偏光方向が90°回転した光とが合成されたものであり、その断面形状は、図4(b)に示すように横に長い形状をしている。図において、斜線で示した領域は表示画面の投射に利用されないが、図6(a)の場合と比較してその面積は小さく、投射光の光利用効率が向上している。

【0038】図4(c)は、液晶表示素子32上の投射光42の照度分布を示すグラフである。光源31から放射される光束の強度分布は、一般に中央が強く、周辺部が弱い、光源31から放射される光束のうちs偏光成分の光が、第1の偏光ビームスプリッタ38a、38b、第2の偏光ビームスプリッタ41a、41b、並びに光束反射素子39a、39bで反射することにより、強度分布が反転した後、液晶表示素子32を照明する。すなわち、光源31から放射される光束において、強度の強い中央部の光のs偏光成分の光が、液晶表示素子32の周辺部を照明しているため、液晶表示素子32上の投射光42の照度分布は、図6(c)の場合と比較して著しく均一性が向上している。

【0039】以上の説明から明かなように、第1の偏光ビームスプリッタ38a、38bと、第2の偏光ビームスプリッタ41a、41bと、光束反射素子39a、39bと位相差板40a、40bとにより、p偏光光44とs偏光光43の光束で、横長の断面形状を有する投射光を形成することができ、画面の投射に利用されない領域が小さくなると同時に、s偏光成分の光束の強度分布を反転した上で投射光を合成するため、投射光の強度分布も均一になり、横長の画面を投射するときの光源31の光利用効率を高め、かつ均一な画面輝度を得ることができる。

【0040】また、第2の偏光ビームスプリッタ41a、41bと、位相差板40a、40bと、光束反射素子39a、39bを用い、偏光ビームスプリッタ38a、38bで分離されたs偏光光23とp偏光光24の

偏光方向を等しくすることにより、光源31からの不定偏光光を効率良く直線偏光光に変換することができ、光源31の光利用効率がさらに向上するばかりでなく、偏光子33に入射する光束がすでに直線偏光光に変換されており、偏光子33における光の吸収が著しく低減し、偏光子33の温度上昇が少なく、偏光子33が劣化することもないので、高画質の投射画面を得ることができる。

【0041】図3に示した構成は、1/4波長板として作用する位相差板40a、40bを第2の偏光ビームスプリッタ41a、41bと光束反射素子39a、39bの間の光路中に配置した場合の態様の一例を示したものであり、以下、これについて更に具体的に説明する。

【0042】図3の構成において使用した光源31、光束反射素子39a、39b、液晶表示素子32、偏光子33、検光子34、投射レンズ35は、それぞれ、前述の請求項1に記載した発明の実施例の説明における光源11、光束反射素子19a、19b、液晶表示素子12、偏光子13、検光子14、投射レンズ15と同じものである。

【0043】第1の偏光ビームスプリッタ38a、38bは、2個の直角プリズムの一方の斜面に偏光分離面37a、37bとして作用する誘電体多層膜からなる半透膜をコートして斜面どおしを接合した構造であり、特に、可視光領域の波長の不定偏光光に対して、十分にp偏光光とs偏光光とに分離できる性能のものを用いた。その消光比、すなわち透過光のp成分とs成分の光の強度比は、100:1以上であった。第2の偏光ビームスプリッタ41a、41bは、第1の偏光ビームスプリッタ38a、38bと同じものであり、それぞれ、偏光分離面が互いに直交するように配置し、かつ、光学的接着を行った。光の入射面、並びに出射面には誘電体多層膜からなる反射防止膜を施した。

【0044】位相差板40a、40bは、ポリビニルアルコールフィルムを延伸し、1/4波長板として作用するように、所望の複屈折性を持たせたものを、ガラス基板で挟んだ構成のものを使用した。位相差板40a、40bの光の入出射面には、誘電体多層膜からなる反射防止膜を施した。

【0045】以上の構成部品からなる、請求項2に記載した本発明に従う投射型液晶表示装置を、従来の投射型液晶表示装置と比較すると、投射画面の中央の輝度が1.5倍、周辺部の輝度が3.0倍になり、輝度、並びに輝度の均一性が向上した。さらに、従来例において、光源に250Wのメタルハライドランプを使用した場合、偏光子が徐々に変質し、投射画像の、特に画面の中央部のコントラスト、明るさが低下し、表示色も中央部と周辺部とで差が生じたが、本発明の実施例においては、投射画像の画質低下は観察されなかった。

【0046】以上、請求項1に記載した本発明の実施

例、並びに請求項2に記載した本発明の実施例において、各偏光ビームスプリッタは、必ずしも1個ずつの偏光ビームスプリッタで形成する必要はなく、図に記載した紙面に平行な断面で分割した構成でも良い。さらに、偏光ビームスプリッタの、図に記載した紙面に平行な断面が、小さな偏光ビームスプリッタを複数個並べたものでも、偏光分離面が同一平面上であれば、同様の効果が得られることに加え、軽量化が図れる。

【0047】位相差板として1/2波長板や1/4波長板を使用する際、その材質は、ポリビニルアルコールフィルムに限らず、ポリカーボネートや、ポリスチレン等の高分子フィルムも使用できる。さらに、1/2波長板や1/4波長板を複数枚、光学軸を回転させて配置し、複屈折の波長依存性を光学的に補償した1/2波長板や1/4波長板を使用するとより効果的である。

【0048】光源は、メタルハライドランプの他に、キセノンランプ、ハロゲンランプ等の高輝度白色光源が使用できる。

【0049】液晶は、TN液晶以外にも、スーパーツイスト・ネマティック液晶、強誘電性液晶、複屈折制御型液晶等、偏光状態を制御し画像を形成するタイプの液晶を用いることができる。

【0050】液晶の駆動方式は、アクティブマトリクス方式に限らず、時分割駆動の単純マトリクス方式でも良い。

【0051】液晶表示素子は、モノクロ表示の場合や、カラーフィルタを内蔵したカラー表示、さらには、赤、緑、青を時分割表示してカラー表示を行う場合のいずれにも適用できる。

【0052】また、光源からの投射光をダイクロイックミラーやダイクロイックプリズムで、赤、緑、青の三色に分離し、それぞれの光路に液晶表示素子を配置し、それらを合成してカラー表示を行う場合でも同様の投射型液晶表示装置が得られる。

【0053】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、偏光ビームスプリッタと光束反射素子により複数の光束で横長の断面形状を有する光束を形成することができ、画面の投射に利用されない領域が小さくなると同時に、強度分布も周辺部との差の少ないものとなり、横長の画面を投射するときの光源の光利用効率を高め、明るい投

射画面で、かつ均一な画面輝度を得ることが可能な投射型液晶表示装置を得ることができた。

【0054】また、位相差板を用いることにより偏光ビームスプリッタで分離されたs偏光光とp偏光光の偏光方向を等しくすることにより、光源からの不定偏光光を効率良く直線偏光光に変換することができ、光源の光利用効率がさらに向上し、投射画面が明るくなるばかりでなく、偏光子に入射する光束がすでに直線偏光光に変換されており、偏光子における光の吸収が著しく低減し、偏光子の温度上昇が少ないので、偏光子が劣化することもなく、高画質の投射画面を表示する投射型液晶表示装置を得ることができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】請求項1に記載した本発明の実施例を示す投射型液晶表示装置の平面図である。

【図2】請求項1に記載した本発明の投射型液晶表示装置の原理を説明するための図である。

【図3】請求項2に記載した本発明の実施例を示す投射型液晶表示装置の平面図である。

【図4】請求項2に記載した本発明の投射型液晶表示装置の原理を説明するための図である。

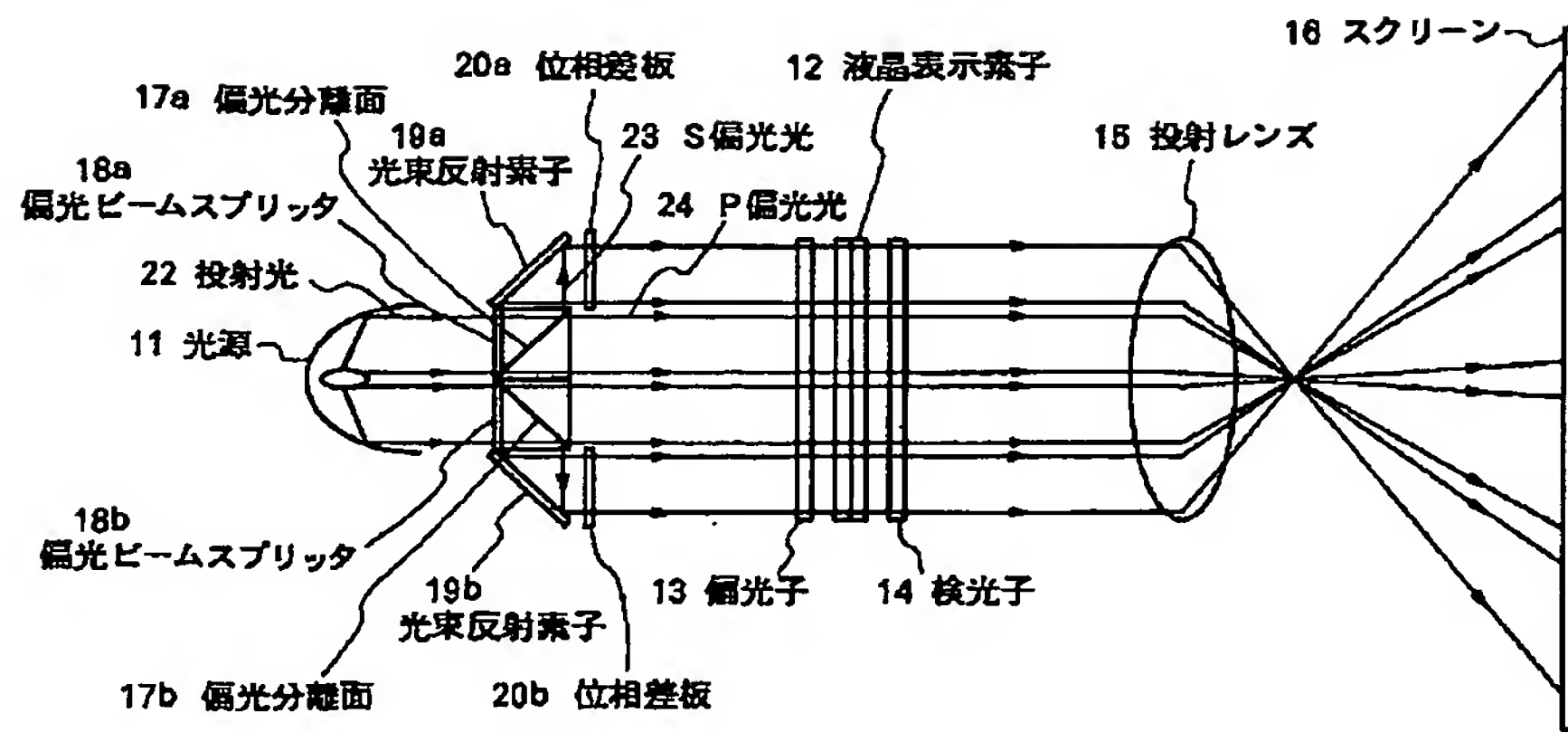
【図5】従来例を示す投射型液晶表示装置の平面図である。

【図6】従来例の問題点を説明するための図である。

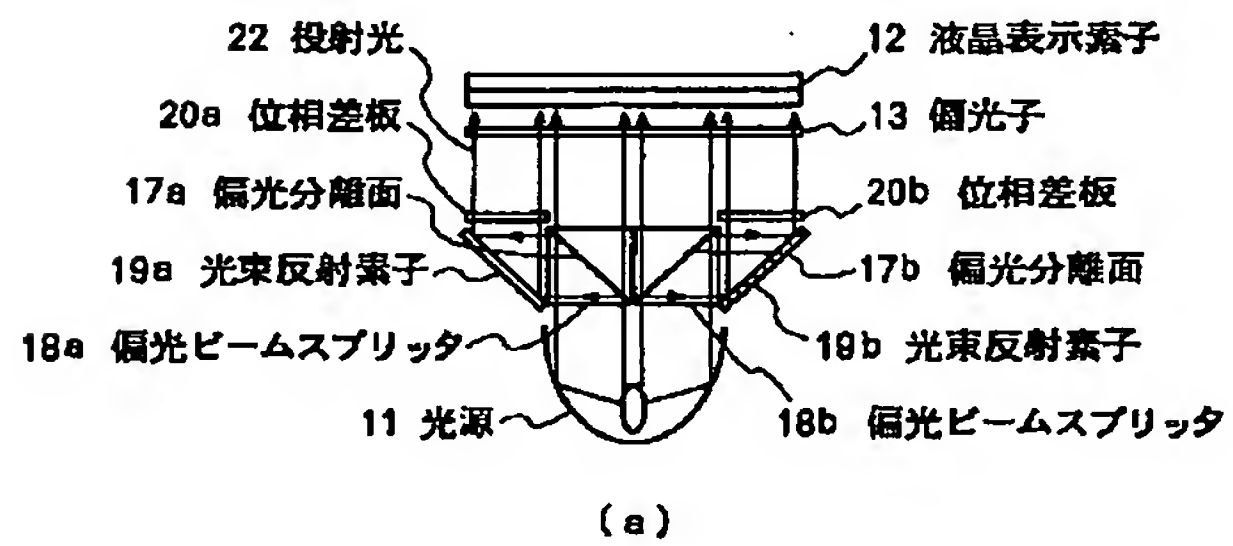
【符号の説明】

- 11、31 光源
- 12、32 液晶表示素子
- 13、33 偏光子
- 14、34 検光子
- 15、35 投射レンズ
- 16、36 スクリーン
- 17a、17b、37a、37b 偏光分離面
- 18a、18b 偏光ビームスプリッタ
- 38a、38b 第1の偏光ビームスプリッタ
- 19a、19b、39a、39b 光束反射素子
- 20a、20b、40a、40b 位相差板
- 41a、42b 第2の偏光ビームスプリッタ
- 22、42 投射光
- 23、43 s偏光光
- 24、44 p偏光光

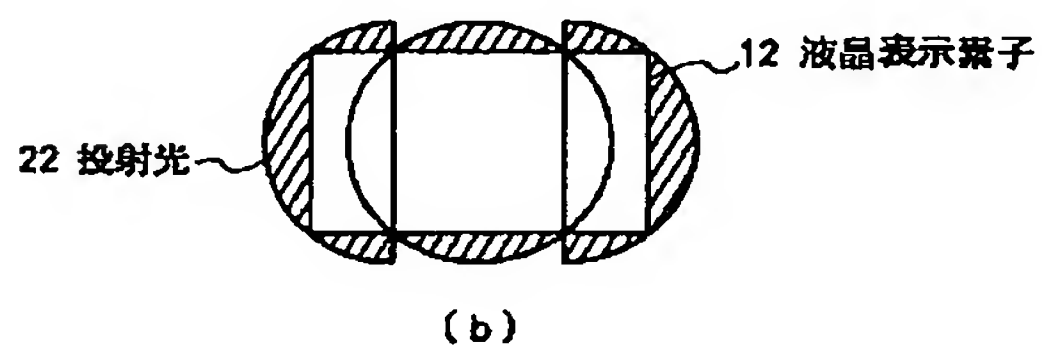
【図1】



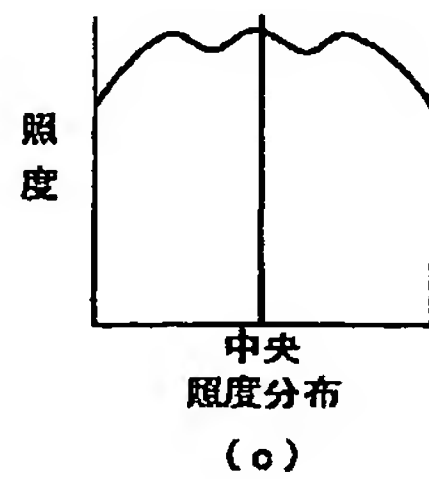
【図2】



(a)

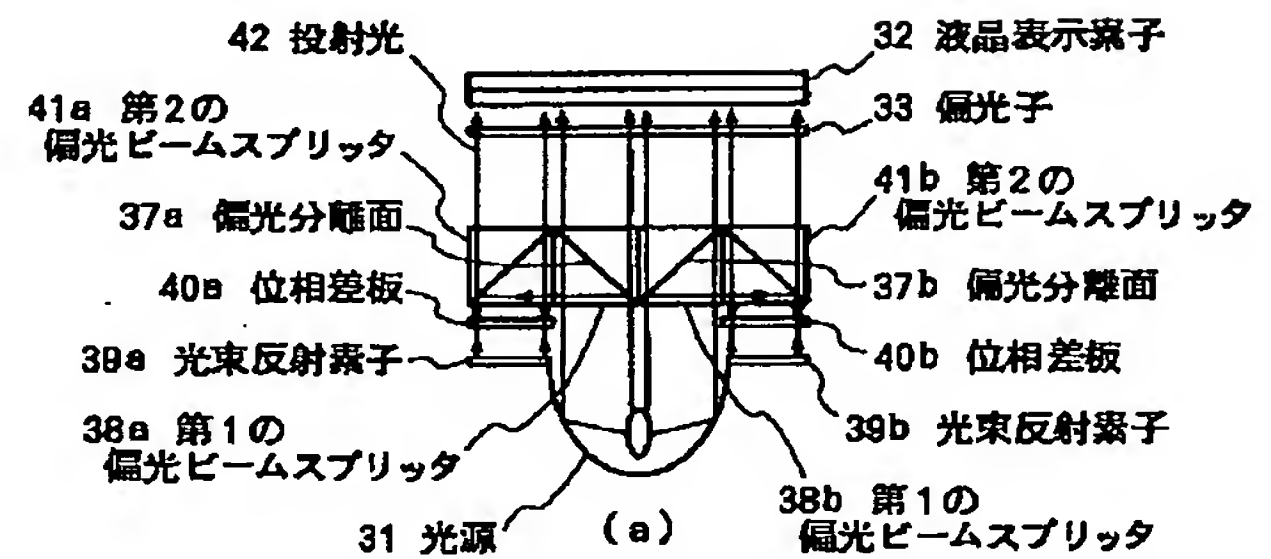


(b)

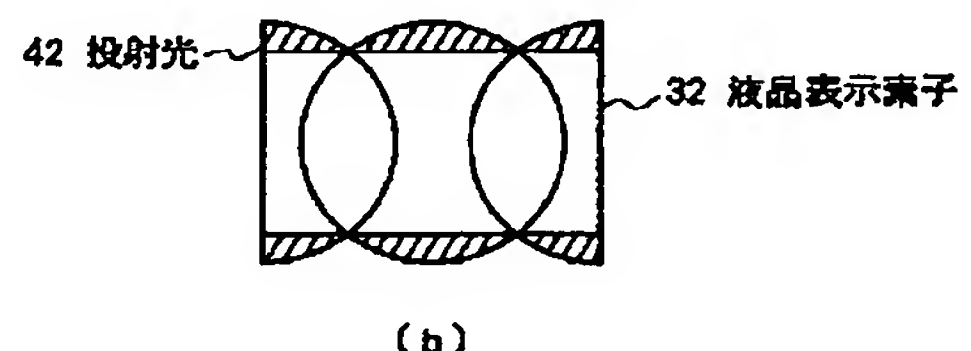


(c)

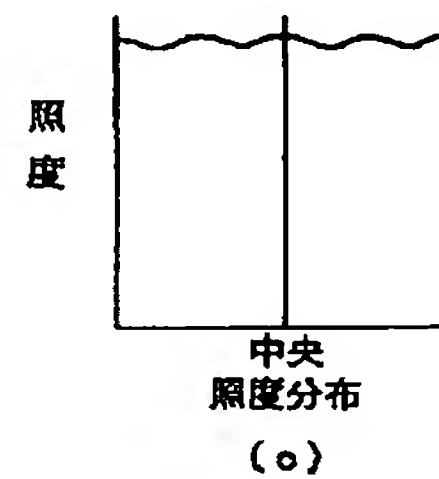
【図4】



(a)

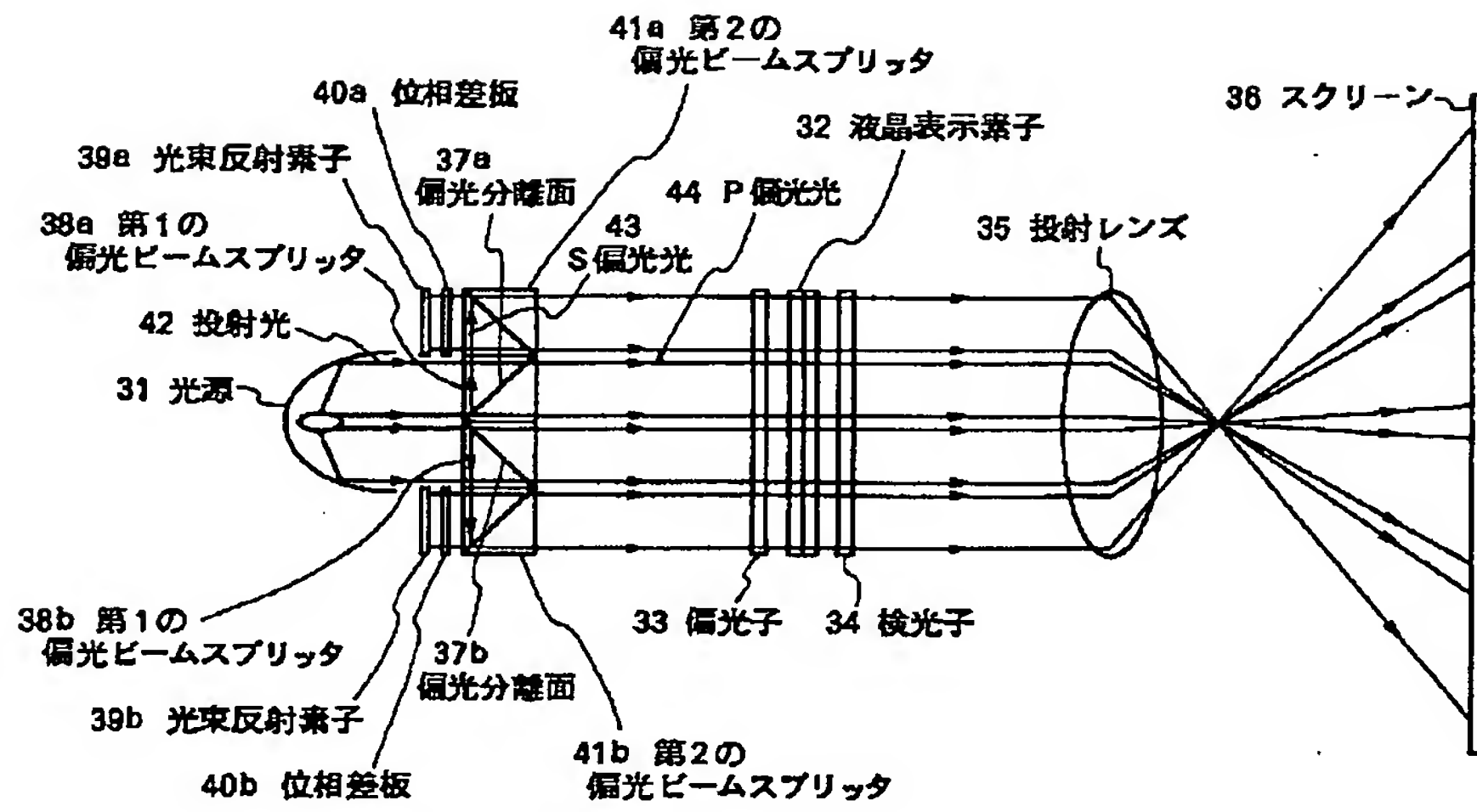


(b)

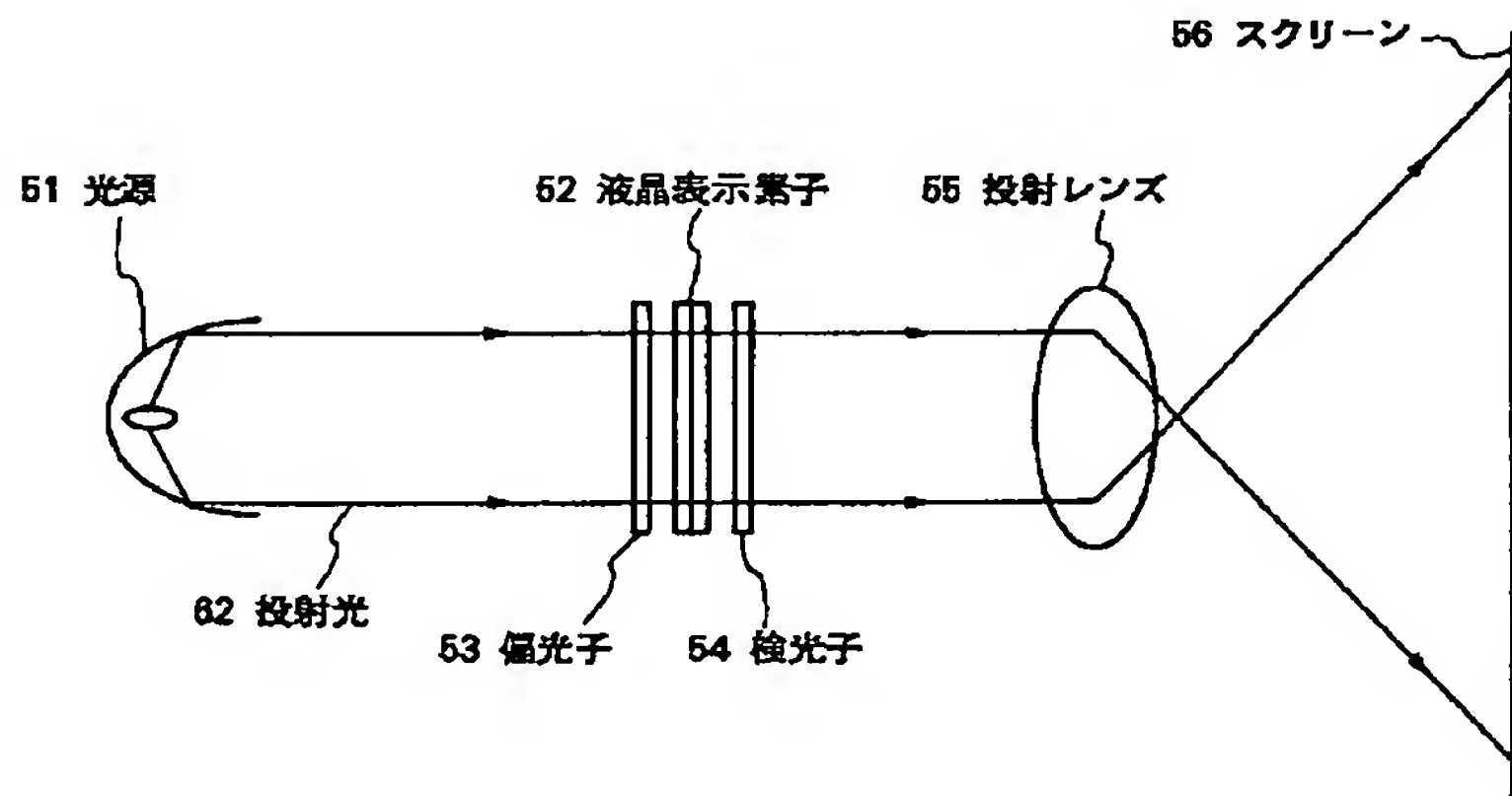


(c)

【図3】



【図5】



【図6】

